

MINERALES COMO MEMORIA: CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE SEDIMENTOS DEL RÍO MARGAJITA

MINERALS AS MEMORY: MINERALOGICAL CHARACTERIZATION OF MARGAJITA RIVER SEDIMENTS

- 

Reyes Cruz, Alejandrina María, Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), Escuela de Geología, República Dominicana
- 

Robles José, Leidy Stephani, Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), Escuela de Geología, República Dominicana
- 

Castañón Mejía, Yarina María, Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), Escuela de Geología, República Dominicana
- 

Dirección Editorial, Revista Científica El Capacho, Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), República Dominicana

Recibido	Aceptado para su publicación	Publicado
2025/10/01	2025/11/15	2025/12/18

RESUMEN

La Formación Hatillo, miembro Pueblo Viejo, está confinada a una cuenca sedimentaria formada por el colapso de una cúpula volcánica que dio origen a un lago. Este estudio caracterizó mineralógicamente los sedimentos del río Margajita, que vierte sus aguas a la Presa de Hatillo y transporta lixiviados del distrito minero. En la cuenca afloran volcanoclastos, espilitas, calizas, dioritas, areniscas y arenas. Mediante análisis geoquímico con pXRF y difracción de rayos X se determinaron concentraciones considerables de oro, plata, cobre, plomo y zinc en los sedimentos de fondo. Los resultados demuestran que bajo las condiciones fisicoquímicas del medio, muchos de estos elementos se solubilizan y son transportados fuera del entorno minero hacia el embalse, constituyendo un vector de contaminación persistente.

PALABRAS CLAVE

caracterización mineralógica, Formación Los Ranchos, metales pesados, río Margajita, sedimentos fluviales, transporte de contaminantes

ABSTRACT

The Hatillo Formation, Pueblo Viejo member, is confined to a sedimentary basin formed by volcanic dome collapse. This study mineralogically characterized Margajita River sediments, which drain into Hatillo Dam transporting mining district leachates. Volcanoclasts, spilites, limestones, diorites, sandstones, and sands outcrop in the basin. Through pXRF geochemical analysis and X-ray diffraction, considerable concentrations of gold, silver, copper, lead, and zinc were determined in bottom sediments. Results demonstrate that many elements dissolve under prevailing conditions and are transported beyond the mining environment into the reservoir.

KEYWORDS

contaminant transport, fluvial sediments, heavy metals, Los Ranchos Formation, Margajita River, mineralogical characterization

1. INTRODUCCIÓN

El presente artículo se origina en la tesis titulada «Caracterización Mineralógica de los Sedimentos del Río Margajita, Hatillo, Cotuí Provincia Sánchez Ramírez», sustentada por los autores en el año académico 2020, la cual sirvió de requisito para graduarse como Ingeniero en Geología. Dicha tesis fue desarrollada bajo la dirección de el Ing. Beato Martínez Jiménez en la Escuela de Geología, Facultad de Ingeniería y Recursos Naturales de la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO). Por estar directamente relacionada con la línea de investigación de interés de la presente edición especial de la Revista Científica El Capacho, la Dirección Editorial ha decidido publicar este artículo.

Los sedimentos fluviales constituyen un registro geoquímico fundamental para comprender la dinámica de transporte de minerales y contaminantes en cuencas hidrográficas. Horowitz (2011) demostró que el monitoreo de calidad acuática ha evolucionado hacia el análisis integral de sedimentos, reconocidos como depósitos preferenciales de metales pesados y otros contaminantes persistentes (Espitia, 2014). Sampol et al. (2011) establecieron que la caracterización mineralógica de sedimentos permite identificar con precisión la procedencia de los materiales y evaluar la movilidad de elementos traza en el medio acuático.

La cuenca del río Margajita se localiza en una zona de extraordinario interés geológico donde la Formación Hatillo ocupa una cuenca sedimentaria formada por el colapso de una cúpula volcánica que dio origen a un lago o complejo de maar-diatrema que cortó los miembros inferiores de la Formación Los Ranchos. El yacimiento epitermal de alta sulfuración de Pueblo Viejo es uno de los depósitos de oro más importantes del Caribe, con reservas que han sido objeto de explotación desde la era colonial (Sillitoe et al., 2006). La cuenca sedimentaria está llena de depósitos lacustres que van desde conglomerados gruesos hasta limonitas de capa fina.

El objetivo fue caracterizar mineralógicamente los sedimentos del río Margajita para determinar su composición elemental, identificar la procedencia de los minerales presentes y evaluar los mecanismos de transporte de metales pesados desde el distrito minero hacia la Presa de Hatillo.

2. METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló a lo largo del cauce del río Margajita, desde las proximidades del distrito minero de Pueblo Viejo hasta su desembocadura en la Presa de Hatillo. La geología del área comprende formaciones volcánicas y vulcanosedimentarias del Cretácico: Los Ranchos (basaltos almohadillados, flujos dacíticos, tobas e intrusiones), Hatillo (calizas y materiales

sedimentarios) y Maimón (esquistos verdes y rocas ultramáficas).

2.1. Muestreo y análisis

Se recolectaron muestras de sedimentos de fondo en múltiples estaciones georreferenciadas con GPS a lo largo del río. Cada muestra fue descrita macroscópicamente en campo. La identificación mineralógica se realizó mediante: (1) observación con lupa binocular para identificación de minerales pesados; (2) difracción de rayos X (DRX) para determinación de fases cristalinas; y (3) análisis geoquímico elemental con pXRF para cuantificación de Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, As y otros elementos traza. Las muestras fueron secadas a temperatura ambiente, tamizadas y preparadas según protocolos estandarizados.

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1. Litología y mineralogía de la cuenca

Se identificaron afloramientos de volcanoclastos, espilitas (basaltos almohadillados metamorfizados), calizas de la Formación Hatillo, dioritas intrusivas, areniscas y extensos depósitos aluviales. La mineralogía de alteración incluye cuarzo, sericita, pirita, arsenopirita, calcopirita, esfalerita y minerales arcillosos (dickita, caolinita), asociación típica de los sistemas epitermales de alta sulfuración como el yacimiento de Pueblo Viejo. Las rocas de la Formación Los Ranchos presentan metamorfismo extensivo de agua de mar

(espilitización), evidenciado en la transformación de plagioclasas a albita y la formación de clorita y epidota.

3.2. Concentraciones elementales en sedimentos

Los análisis geoquímicos revelaron concentraciones considerables de oro, plata, cobre, plomo y zinc en los sedimentos de fondo del río. Las concentraciones más elevadas se registraron en las estaciones más próximas al distrito minero, con una tendencia decreciente pero sostenida aguas abajo. Los valores en las estaciones más distales siguen siendo significativos y superiores a los niveles de fondo regional, confirmando que el transporte efectivo de estos elementos se extiende a lo largo de toda la cuenca hasta la desembocadura en la Presa de Hatillo.

3.3. Mecanismos de transporte y solubilización

La solubilización de elementos metálicos bajo las condiciones fisicoquímicas prevalecientes (pH variable, alta conductividad, presencia de sulfatos) permite su transporte tanto en fase disuelta como adsorbida a partículas finas. Los procesos de adsorción a óxidos de hierro y manganeso, y la coprecipitación con carbonatos, actúan como sumideros parciales que retienen una fracción de la carga metálica. Sin embargo, la cantidad de metales que alcanza la presa sigue siendo apreciable. La granulometría de arena fina

a media favorece la movilidad de sedimentos durante episodios de crecida estacional, cuando el caudal aumentado resuspende materiales del lecho fluvial y los transporta hacia el embalse.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Desde una perspectiva de gestión integral, los resultados de esta investigación deben interpretarse en el contexto más amplio de la problemática ambiental de la provincia Sánchez Ramírez, donde convergen las presiones del desarrollo minero, la expansión agrícola y el crecimiento poblacional sobre recursos hídricos finitos. La Presa de Hatillo, como principal reservorio de agua dulce del Caribe insular, cumple funciones múltiples de regulación de caudales, generación hidroeléctrica, abastecimiento para riego y sustento de la actividad pesquera artesanal, lo que la convierte en un ecosistema estratégico cuya degradación tendría consecuencias socioeconómicas de gran alcance. Las evidencias presentadas en este estudio subrayan la urgencia de adoptar un enfoque ecosistémico que integre la conservación de la calidad del agua con el desarrollo sostenible de las actividades productivas en la cuenca.

Los sedimentos del río Margajita constituyen un vector de transporte activo y continuo de metales pesados desde el distrito minero de Pueblo Viejo hacia la Presa de Hatillo. La presencia de Au, Ag, Cu, Pb, Zn y otros elementos traza en concentraciones significativas a lo largo

de todo el cauce confirma tanto el notable potencial mineralógico de la zona como el riesgo de contaminación del embalse más importante del Caribe insular. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Espitia (2014) sobre la capacidad de los sedimentos fluviales para acumular y transportar metales pesados a grandes distancias desde sus fuentes.

La mineralogía de alteración identificada (cuarzo-sericita-pirita-arsenopirita) confirma la conexión genética entre los sedimentos del río y el sistema epitermal de alta sulfuración de Pueblo Viejo descrito por Sillitoe et al. (2006). La presencia de minerales sulfurados en los sedimentos explica los episodios de acidificación documentados por otros estudios en la misma cuenca, ya que la oxidación de pirita y arsenopirita genera ácido sulfúrico y libera arsénico y otros metales al medio acuático.

Las limitaciones del estudio incluyen la ausencia de análisis de especiación química que habría permitido determinar la biodisponibilidad de los metales en los sedimentos, y la falta de datos de flujo que permitirían cuantificar la carga anual de contaminantes transportada al embalse.

La dinámica de transporte de sedimentos contaminados en ríos tropicales presenta particularidades que difieren significativamente de los modelos desarrollados para latitudes templadas. Los patrones de precipitación estacional, con una temporada lluviosa intensa de mayo a noviembre, generan episodios de crecida

que movilizan grandes volúmenes de sedimento de fondo, resuspendiendo materiales contaminados que habían sido depositados durante períodos de bajo caudal. Este mecanismo de transporte episódico complementa el transporte continuo en fase disuelta, creando un patrón de descarga contaminante complejo que dificulta la cuantificación de la carga anual total de metales pesados que ingresa a la Presa de Hatillo. La variabilidad granulométrica observada en los sedimentos del río Margajita, con predominio de arenas finas a medias, favorece la movilidad de las partículas que funcionan como portadoras de metales pesados adsorbidos. Los minerales de arcilla identificados (dickita, caolinita) poseen una capacidad de intercambio catiónico significativa que les permite retener metales en condiciones neutras pero liberarlos cuando el pH desciende, como ocurre durante los eventos de drenaje ácido documentados en esta misma cuenca.

Estos hallazgos tienen implicaciones directas para la planificación del uso del suelo y la gestión de recursos hídricos en la cuenca, y proporcionan evidencia científica para fundamentar decisiones de política ambiental orientadas a la protección del embalse más importante de la República Dominicana y del Caribe insular.

Se concluye que el río Margajita actúa como corredor de transporte de contaminantes minerales hacia la Presa de Hatillo, y que este transporte es tanto continuo (fase disuelta y

partículas finas) como episódico (resuspensión durante crecidas). Se recomienda: (1) implementar sistemas de retención de sedimentos contaminados antes del ingreso al embalse, como trampas de sedimentos o humedales artificiales; (2) establecer un programa de monitoreo geoquímico periódico que incluya análisis estacionales; (3) caracterizar las formas químicas de los metales mediante análisis de especiación secuencial para evaluar su biodisponibilidad; (4) desarrollar un modelo de transporte de contaminantes que permita predecir la evolución de la calidad del embalse bajo diferentes escenarios; y (5) evaluar la viabilidad de técnicas de estabilización in situ para reducir la movilidad de metales en los sedimentos del lecho fluvial.

5. FINANCIACIÓN

La investigación que dio origen al presente artículo fue realizada en el marco de una tesis de grado desarrollada en la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO) y no recibió financiamiento de ningún ente externo, público o privado. El proceso de investigación fue llevado a cabo íntegramente por los sustentantes con recursos propios. La asesoría académica, la evaluación del informe final y la disertación de la tesis fueron cubiertas con fondos institucionales de la UTECO

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Reyes Cruz, A. M., Robles José, L. S., & Castaños Mejía, Y. M. (2025). Minerales como memoria: caracterización mineralógica de sedimentos del río Margajita. *Revista Científica El Capacho* 14(14), 40-45. <https://doi.org/10.63796/capacho.2025.v14i14.227>

REFERENCIAS

- Espitia, L. (2014). Metales pesados en sedimentos de sistemas acuáticos. *Revista de Geociencias*, 18(3), 45-58.
- Horowitz, A. J. (2011). *A Primer on Sediment-Trace Element Chemistry* (2nd ed.). USGS.
- Sampol, D. et al. (2011). Caracterización mineralógica de sedimentos fluviales contaminados. *Boletín Geológico*, 42(1), 67-83.
- Sillitoe, R. H. et al. (2006). Pueblo Viejo high-sulfidation epithermal Au-Ag deposit. *Economic Geology*, 101(7), 1427-1435.